

Aus dem Institut für Anaesthesiologie
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Direktor: Professor Dr. R. Frey

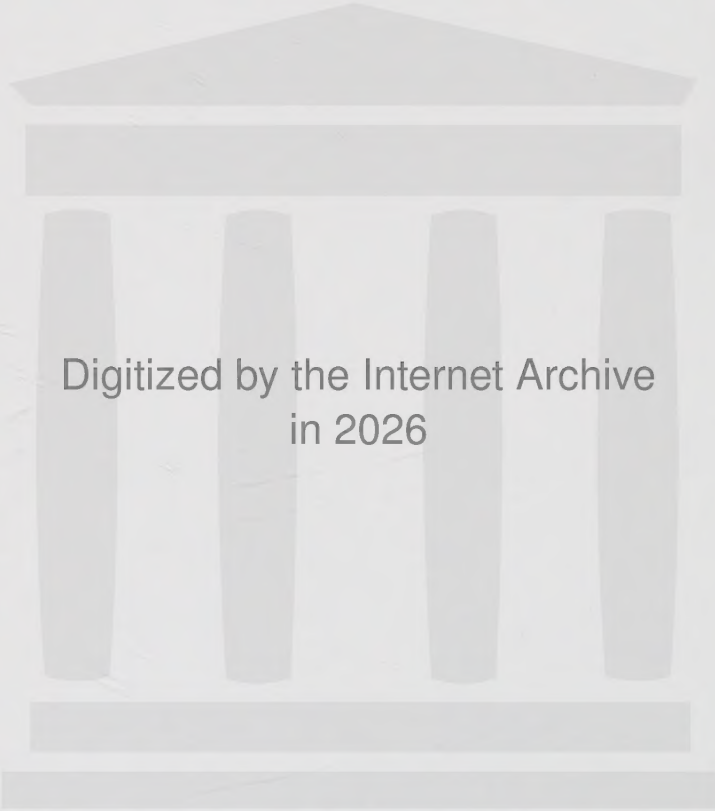
Die Bedeutung der Blutvolumenbestimmung für die Schockdiagnostik

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von
Ursula Weber, geb. Gerkhardt
aus Marienbad

Mainz 1970

1971



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554425_0125

Aus dem Institut für Anaesthesiologie
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Direktor: Professor Dr. R. Frey

Die Bedeutung der Blutvolumenbestimmung für die Schockdiagnostik

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von
Ursula Weber, geb. Gerkhardt
aus Marienbad

Mainz 1970

Am 1. Juni 1911
an den Herrn Dr. J. J. van
der Vliet
in Leiden

Die Bedeutung der Blutkreislaufbestimmung für die Schilddrüse

Verfasser:
Dr. J. J. van der Vliet
Leiden, 1. Juni 1911



Am 1. Juni 1911
an den Herrn Dr. J. J. van
der Vliet
in Leiden

D e k a n : Professor Dr. W. Ketterl

R e f e r e n t : Privatdozent Dr. M. Halmágyi

K o r r e f e r e n t : Professor Dr. R. F r e y

Tag der mündlichen Prüfung : 14. Dezember 1971

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

I.	Einleitung und Fragestellung	1
II.	Versuchsanordnung	9
III.	Untersuchungsgrößen und -methoden	9
IV.	Verwendete statistische Methoden	11
V.	Eigene Ergebnisse	14
	A) Blutvolumen	14
	B) Hämatokrit	16
	C) Hämoglobin	20
	D) Gesamteiweiß	27
	E) Erythrozyten- und Plasmavolumen	29
	F) Blutdruck	32
	G) Puls	38
VI.	Schlußfolgerung	40
VII.	Zusammenfassung	44
	Literaturverzeichnis	46
	Lebenslauf	53

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

Abb. 1:	Versuchsablauf	8
Abb. 2:	Änderung des Blutvolumens	13
Abb. 3:	Änderung des Hämatokritwertes	15
Abb. 4:	Änderung der Hämoglobinkonzentration.	19
Abb. 5:	Änderung des Gesamteiweißes in g% ...	23
Abb. 6:	Änderung der Gamma globuline	24
Abb. 7:	Abnahme des Gesamteiweißes in g	25
Abb. 8:	Änderung der Gesamtalbumine in g	26
Abb. 9:	Änderung des Erythrozytenvolumens ...	30
Abb. 10:	Abnahme des Plasmavolumens	31
Abb. 11:	Änderung des systolischen und diastolischen Blutdruckes	33
Abb. 12:	Änderung der Blutdruckamplitude	34
Abb. 13:	Änderung der Pulsfrequenz	37

I. Einleitung und Fragestellung

A) Zunehmende Bedeutung der Schockforschung

Betrachtet man die Entwicklung der letzten 100 Jahre, so ist das zunehmende Interesse an der Schockforschung geradezu eine Aktualität ersten Ranges. Wenn auch die Terminologie eine einheitliche Definition des Wortes " Schock " heute noch nicht zuläßt, so sind Ursache und Wirkung weitgehend geklärt: es handelt sich um ein hämodynamisches Problem.

Eine Unterteilung der verschiedenen Schockformen nach den überwiegend auslösenden Ursachen mag an dieser Stelle unterbleiben, aber die Bedeutung des Blutvolumenverlustes soll noch einmal unterstrichen sein.

Eine aus dem Weltkrieg resultierende Erkenntnis zeigt, daß der Blutverlust bei den meisten Verletzungen unterschätzt wird, besonders groß ist die Gefahr bei geschlossenen Verletzungen. Eine ganze Reihe von Komponenten bestimmen die Schwere des Krankheitsbildes: So spielen nicht nur Ausmaß des Blutverlustes und der Hydratationszustand des betroffenen Individuums eine entscheidende Rolle, sondern auch die Geschwindigkeit, mit der die Oligämie einsetzt, beeinflusst die Pathogenese.

Finden gewissermaßen " Sturzblutungen " statt, können daraus schon bei einem Blutverlust von 20 % der Gesamtblutmenge die schwersten Symptome resultieren. Bleibt dem Organismus bei einem sich langsam fortsetzenden Blutverlust Zeit zu kompensatorischen Maßnahmen, wie Wiederauf-

füllung der Gefäße mit Gewebsflüssigkeit, so bilden erst der Mangel an O_2 - Trägern den das Leben limitierenden Faktor.

B) Klinische Zeichen

Da kleinere Blutverluste mit Ausnahme bei Säuglingen, Kleinkindern und vorgeschädigten Patienten, anämischen oder dysproteinämischen z.B., ohne erhebliche Störungen ertragen werden, können sie im Sinne einer Schockbehandlung außer acht gelassen werden.

Anders bei größeren Blutverlusten, deren Ausmaß wir, weil relativ exakte Methoden einer Blutvolumenbestimmung bis heute nur an größeren, gut eingerichteten Krankenhäusern möglich sind, meist anhand klinischer Symptome zu diagnostizieren gezwungen sind:

Der schockgefährdete Patient ist fahlblass, die minimale Hautdruckblutung läßt sich an den Akren besonders in Form einer Zyanose deutlich erkennen. Eingefallene Augen, Ohrensausen, Augenflimmern, Brechreiz, Schwindelgefühle und Ohnmachtsanwandlungen weisen auf die schwere Beeinträchtigung hin, Tachycardie und zunehmende Somnolenz sollten alarmierende Symptome sein.

Der kleine, fadenförmige Puls ist häufig schwer zu tasten; motorische Unruhe und Krampfneigung zeigen sich selten. Durstgefühl und erlittener Blutverlust stehen in deutlicher Korrelation zueinander. Zeigt der Patient Euphorie, darf dies nicht über die Schwere des Krankheitsbildes hinwegtäuschen. Auch Temperaturerhöhung sind durch einen

Temperaturunterschied zwischen Körperkern und Körperschale festzustellen.

Durch die auf unterkritische Werte fallende Durchblutung sind die Organe hypoxiegefährdet. Durch die gestörte Mikrozirkulation kommt es zur Anhäufung von Stoffwechselendprodukten, die acidotische Stoffwechsellaage steuert in einen circulus vitiosus hinein, der durch Volumensubstitution nur schwer oder überhaupt nicht mehr zu durchbrechen ist.

Heute verwendet man in den operativen Fächern die von GRANT und REEVE angegebene und von ALLGOEWER ergänzte dreigliedrige Einteilung des Schocks:

1.) Kalte normotone Tachycardie

Kalte Akren, Puls 100 - 120/min.

Blutdruck über 100 mm Hg

Man schätzt, daß bei der kalten normotonen Tachycardie 30 % des Blutvolumens verloren worden sind.

2.) Kalte hypotone Tachycardie

Kalte Akren, schweißbedeckte Haut,

zyanotische Lippen, Puls 120 - 150/min.

Blutdruck um 80 mm Hg oder tiefer fehlende oder zu geringe Urinsekretion

Die kalte hypotone Tachycardie findet man bei einem Blutverlust von etwa 50 % der Gesamtblutmenge. Sie bedeutet akute Lebensgefahr.

3.) Kalte hypotone Bradycardie

(Vasovagale Traumareaktion)

Kalte Akren, Puls unter 100 - 60/min.

Blutdruck unter 100 mm Hg

Die stündliche Kontrolle der Urinausscheidung ist bedeutsam, denn die Blutzirkulation in der Niere und damit die Urinproduktion reagieren empfindlich auf jeden wesentlichen Blutverlust. Sinkt die Harnproduktion bei Erwachsenen unter 30 ml/h (bei Kindern unter 15 ml/h), so wird die Niere mit Sicherheit nicht ausreichend durchblutet.

Einen Schock anhand der vorgezeichneten Symptome zu diagnostizieren, das Ausmaß einer Zentralisation abzuschätzen, gibt uns noch nicht die Möglichkeit, aus den vorliegenden Einzelheiten Rückschlüsse auf die verlorene bzw. noch vorhandene Blutmenge zu führen.

Da die Volumensubstitution eine der wirkungsvollsten Maßnahmen zur Behebung eines Schockes ist, erhellt sich hieraus die Tatsache, daß eine genaue Einschätzung des verlorenen bzw. noch vorhandenen Blutvolumens von entscheidender Bedeutung ist. Die verschiedenen Möglichkeiten dazu seien im folgenden kurz geschildert.

C) Verschiedene Möglichkeiten, die Größe des Blutverlustes zu bestimmen:

1. Subjektive Schätzung

Das Abschätzen äußerer Blutungen nach subjektivem

Eindruck kann leicht zu Irrtümern führen. Ist das Blut mit Flüssigkeit vermengt (Geburtsblut) neigt man leicht zu Überschätzung.

Nimmt man das Blut mit Tupfern oder Kompressen auf (Operation), besteht einer die Gefahr der Unterschätzung des wirklichen Blutverlustes. Selbst erfahrenen Chirurgen und Anaesthesisten gelingt eine nur ungenaue subjektive Schätzung, wie mehrfache Untersuchungen bewiesen.

2. S c h ä t z u n g d u r c h U m f a n g m e s s u n g

Die Schätzung der Blutmenge durch Umfangmessung stellt eine etwas genauere Methode dar. Man bestimmt die Umfangmaße der einzelnen Extremitäten und vergleicht sie mit der gesunden Seite.

3. 1924 bestimmten CATCH und LITTLE als erste den Blutverlust, indem sie eine Testlösung bekannten Hämoglobingehaltes und bekannter Verdünnung mit einer bestimmten Menge einer blutigen Tupferwaschlösung verglichen.
4. 1946 ermittelten BARANOWSKI und TREOLAR und WANGENSEIN den Verlust, indem sie das Gewicht der blutigen Tupfer mit dem Ausgangsgewicht verglichen.
5. 1953 verwandte RAINS eine exakte Patientenwaage zur direkten Bestimmung des Blutverlustes.

Erfahrungsgemäß kommt es nach Blutverlusten eher zu Untertransfusionen, weil die oben angegebenen Methoden den wahren Verlust oft nicht erkennen lassen und auch die verbleibende zirkulierende Blutmenge nicht genau abgemessen werden kann. Klinisch ergiebiger sind die Maßnahmen, die das im Körper verbleibende Blutvolumen aufzuzeigen in der Lage sind;

6. Herkömmliche Methoden, die auf dem Verdünnungsprinzip beruhen, wie die Bestimmung mit nicht kolloidalen Substanzen (CO, NaCl, oder Traubenzucker), mit kolloidalen Substanzen (Farbstoffmethoden mit Evans - Blue, Trypanrot), ferner die Isotopenmethode, bei der man Blutbestandteile radioaktiv markiert, werden in naher Zukunft allgemein von dem von WILLIAMS und FINE entwickelten Volemetron abgelöst werden, das exakte und schnelle Blutvolumenbestimmungen selbst in kurzen Abständen bei ein und demselben Patienten erlaubt.

Beim Schock chirurgischer Patienten steht pathogenetisch ein mangelndes Blutvolumen an erster Stelle. Die rechtzeitige Diagnose der Hypovolämie beim traumatischen oder hämorrhagischen Schock hilft entscheidend irreparable Schäden zu vermeiden.

Im Institut für Anaesthesiologie der Universitätskliniken in Mainz wurden die im folgenden vorgestellten Unter-

suchungen durchgeführt, um mögliche Veränderungen der Blutzusammensetzung nach Blutverlust festzustellen.

Die Versuchsreihe soll klären, ob einfach meßbare Blutbestandteile sofort nach der Blutentnahme eine signifikante Veränderung aufweisen. Ferner soll festgestellt werden, inwieweit diese Variablen bei signifikanter Veränderung zur quantitativen Beurteilung eines Blutverlustes herangezogen werden können.

An dieser Stelle vorweggenommen zeigt das Ergebnis der Arbeit, daß die laboratorisch leicht faßbaren Veränderungen der Blutzusammensetzung einen akuten Blutverlust mit ausreichender Genauigkeit in seinem Ausmaß nicht anzeigen können, daß aber Verdünnungsgrößen wie Hämatokrit, Hämoglobin und Eiweiß eine chronische Blutung, mit Kritik verwendet, erkennen lassen, wenn der Patient ausreichend lange unter Beobachtung steht.

Versuchsablauf

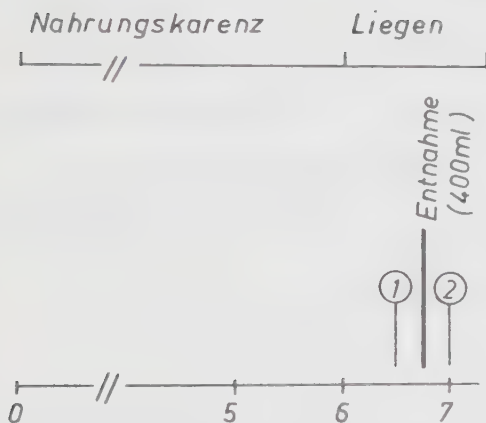


Abb.:1 Die Zahlen in Kreisen geben die Zeiten ① und ② an, zu denen Blutvolumenbestimmungen durchgeführt wurden

II. Versuchsanordnung

180 männliche Studenten stellten sich freiwillig zur Verfügung. Sie waren zwischen 19 und 25 Jahre alt. Sie mußten vor Versuchsbeginn eine Flüssigkeits- und Nahrungskarenz von 6 Stunden einhalten. Vor Versuchsbeginn nahmen die Versuchspersonen eine Ruhelage von 30 Minuten ein; so konnten während dieser Zeit dreimalige Puls- und Blutdruckkontrollen, sowie eine kreislaufanalytische Messung durchgeführt werden. Dann folgte die Bestimmung des Ausgangsvolumens und der Blutvolumenzusammensetzung, der Pulsfrequenz und des Blutdruckes, danach wurden innerhalb von 15 Minuten (± 5 Minuten) den Versuchspersonen 400 ml venöses Blut entnommen. Gleich daran schloß sich eine weitere Volumenbestimmung und Bestimmung der Volumenzusammensetzung, Puls- und Blutdruckmessung zur Feststellung des Defizits an.

III. Untersuchungsgrößen und Untersuchungsmethoden

Folgende Blutbestandteile wurden vor und nach der Blutentnahme bestimmt (Zp 1 und Zp 2) siehe Abb. I

1.	Blutvolumen	Volemetron
2.	Hämatokrit	ECCO - Quick Zentrifuge 13400 U/min
3.	Erythrozyten	Bürker Zählkammer

In der Versuchsreihe wurde bewußt eine Blutentnahme von 400 ml gewählt. Es ist der Grenzbereich, in dem noch keine echten Schocksymptome auftreten, die Herz, Leber, Niere und Gehirn betreffen.

Die Menge würde jedoch ausreichen, eine Veränderung der Blutzusammensetzung feststellen zu können.

Es bestand nun die Frage, ob sich die Größe der verschiedenen Variablen vor und nach der Blutentnahme mit ausreichender Sicherheit verändert haben und inwieweit diese Variablen bei signifikanter Veränderung zur Beurteilung eines Blutverlustes herangezogen werden können.

IV. V e r w e n d e t e s t a t i s t i s c h e M e t h o d e n

Im vorliegenden Fall waren Differenzen zwischen Zeitpunkten zu vergleichen. Dazu eignet sich der t-Test im paarweisen Vergleich. Beim Vergleich zweier Mittelwerte wird stets die Nullhypothese geprüft.

Die dazu notwendigen Berechnungen sind:

$$t = \frac{\bar{d}}{s_d} \cdot \sqrt{n}$$

In dieser Formel ist $\bar{d}$ der Mittelwert der 180 Differenzen,

berechnet aus: $\frac{\sum d}{n} = \bar{d}$

$E d$ = Summe der Differenzen zwischen Zeitpunkt 1 und Zeitpunkt 2.

n = Anzahl der Versuchspersonen

Sd = Standardfehler = Streuungsbreite der Verteilung

t - Konstante, die in Abhängigkeit von $n-1$ Freiheitsgraden aus einer t -Tabelle entnommen wird.

$S\bar{d}$ = Summe der Differenzen der Mittelwerte

Wählt man bei seiner statistischen Berechnung eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 1 % (=1), so beträgt die statistische Sicherheit 99 %.

Liegt die geprüfte Maßzahl der Beobachtungsreihe innerhalb des 99 % Bereiches, so ist die Hypothese mit der Beobachtung vereinbar.

Liegt die geprüfte statistische Maßzahl der Beobachtungsreihe außerhalb des 99 % Bereiches, so besteht ein Widerspruch zwischen Hypothese und Beobachtung. Der Unterschied ist signifikant.

Je kleiner man die Irrtumswahrscheinlichkeit wählt, um so breiter ist der zugelassene Zufallsbereich. Anhand des " t - Testes " kann man nun feststellen, welche Blutbestandteile nach der Blutentnahme einen signifikanten, d.h. statistisch gesicherten Unterschied aufweisen. Die Abbildungen 3 - 12 zeigen die Größe der Variablen zu Zeitpunkt 1 und Zeitpunkt 2 und die signifikanten Veränderungen.

Blutvolumen

Anzahl der Fälle

$$N = 180$$

$$\bar{d} = -408,3889 \pm 19,815 \text{ ml}$$

↑
s $\bar{d}$

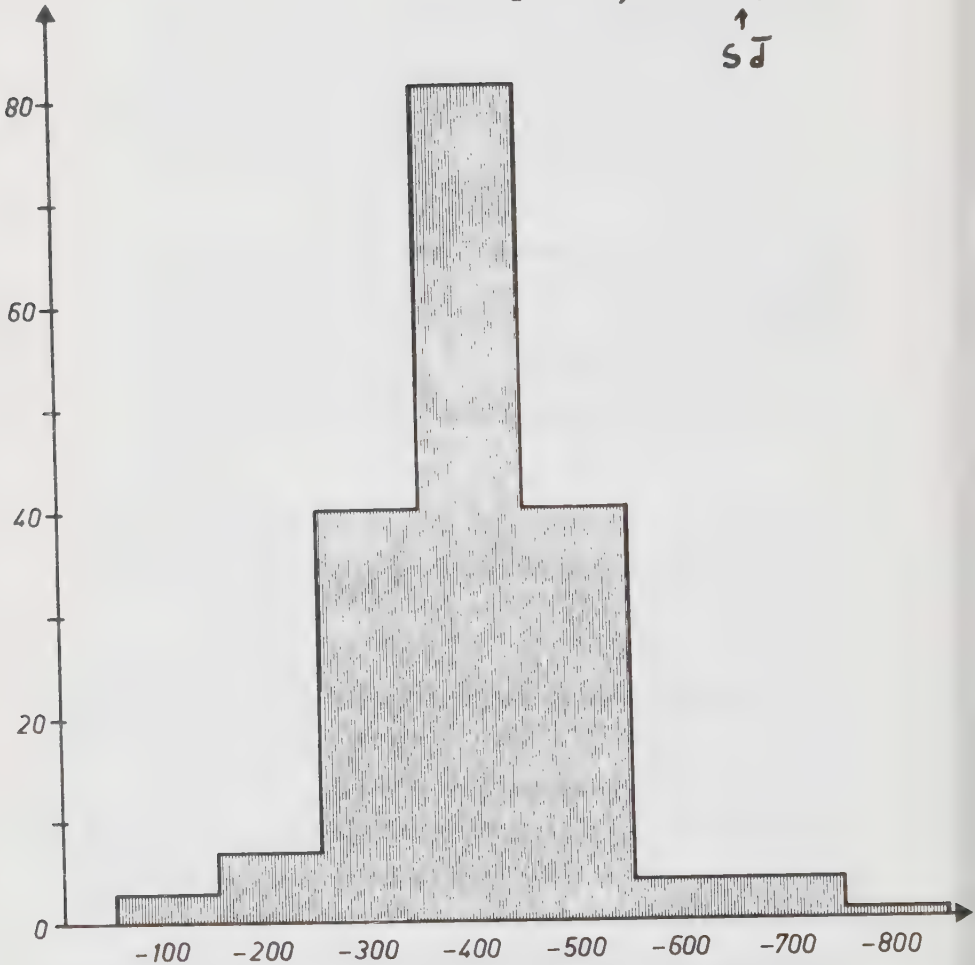


Abb.: 2 Volumenverlust in ml nach Entnahme von 400 ml Blut

V. E i g e n e E r g e b n i s s e

A) Blutvolumen

Bei einer Sicherheitsstufe von 1 % betrug $t_{0,01}$ des Blutvolumens 53,454 (Abb. 2). Die Widerspruchsgrenze ist überschritten, zwischen Blutvolumen vor und nach der Entnahme besteht ein signifikanter Unterschied.

Das Blutvolumen verringert sich im Durchschnitt um 408,4 ml = $\bar{d}$.

Die Blutvolumenmessung wurde in der Versuchsanordnung mit dem von WILLIAMS und FINE entwickelten Volemetron durchgeführt. Man sieht, daß der gemessene Wert mit dem tatsächlichen ziemlich genau übereinstimmt.

Hämatokrit

$N = 180$

$\bar{d} = -0,7 \pm 0,431 \text{ Vol \%}$

$\uparrow$
 $s\bar{d}$

Anzahl der Fälle

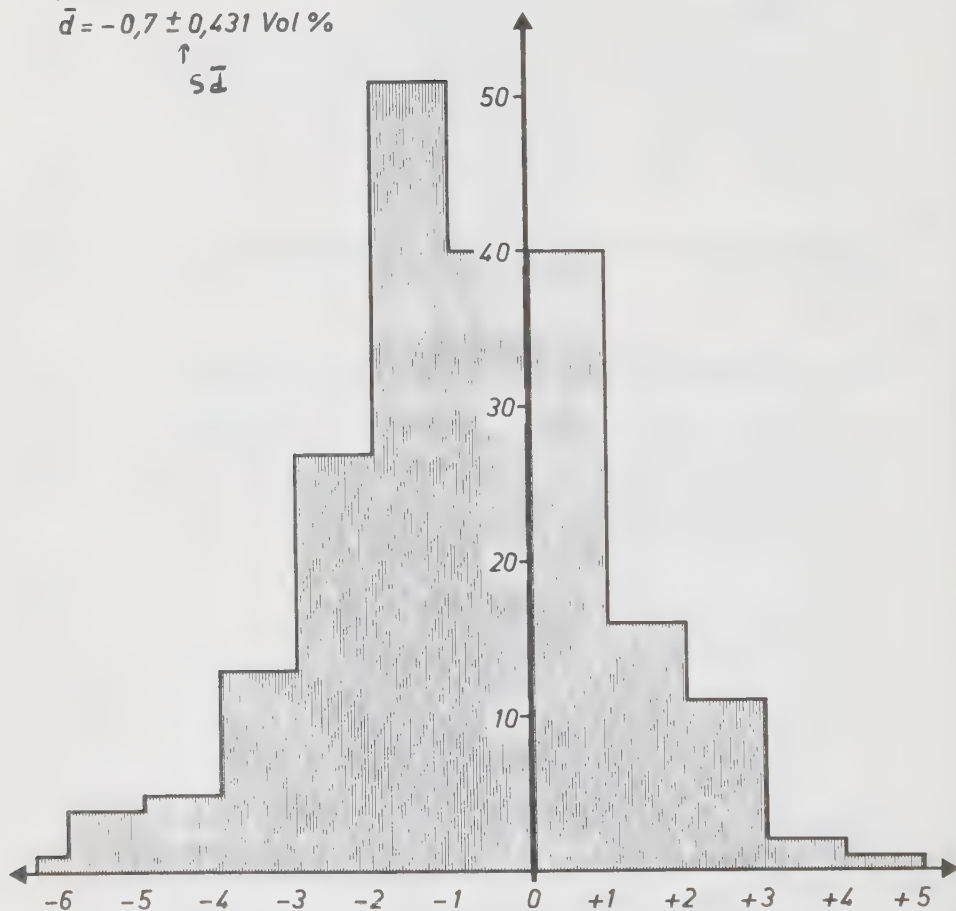


Abb.: 3 Verlust des Hämatokrits in Vol % nach Entnahme von 400 ml Blut

B) Hämatokrit

Wie aus Abbildung 3 hervorgeht, sinkt der Hämatokrit unmittelbar nach der Blutentnahme von 42,3 Vol. % um 0,7 % auf 41,6 Vol. %. Das sofortige Absinken des Hämatokrits nach der venösen Blutentnahme ist in erster Linie Ausdruck eines echten absoluten Verlustes der Zellbestandteile des Blutes; es ging also relativ mehr Erythrozyten- als Plasmavolumen verloren (s. Abb. 9 und 10).

In zweiter Linie kann man vielleicht auch schon zu diesem Zeitpunkt an eine relative Verdünnung des Blutes durch Flüssigkeitseinstrom aus dem Gewebe in die Blutbahn denken. Die Abnahme des Hämatokrits von Zeitpunkt (1) zu Zeitpunkt (2) ist zwar statistisch erwiesen, jedoch kann man aus einem Hämatokrit von 41,6 Vol. % keinerlei Verdacht auf einen Blutverlust schöpfen. Der Hämatokritwert liegt somit nach einer Blutentnahme von 400 ml Blut noch im Bereich der Norm. Daraus ist ersichtlich, daß eine Oligämie bei oder unmittelbar nach einer schweren Blutung durch Messung des Hämatokrits nicht faßbar ist, da die Anzahl der Blutkörperchen in mm^3 weitgehend unverändert bleibt. Der Organismus versucht zunächst durch Ausschwemmung von Blut aus den Speichern, vor allem aus Milz und Leber, den Verlust auszugleichen und die verlorene Blutmenge durch Gewebsflüssigkeit zu ersetzen.

MOORE, DAGHER, LISTER konnten in den ersten Stunden nach Blutverlust eine Einstörrate von ungefähr 61 ml/h Flüssigkeit aus dem interstitiellen Raum in die Blutbahn feststellen. Nach diesem anfänglichen Reboundeffekt kommt es zur Normalisierung der Werte auf etwa 20 - 25 - 31 ml/h. Erst dadurch wird eine Verteilung der verbliebenen Erythrozyten auf eine große Flüssigkeitsmenge bewirkt, so daß durch die Verdünnung deren Anzahl pro mm³ verringert wird. Erst dann könnte eine deutliche Abnahme des Hämatokrits erwartet werden, denn der Abfall des Hämatokrits läuft parallel mit dem Ansteigen des Plasmavolumens.

Die volle Ausdehnung des Blutverlustes wird nicht eher sichtbar, bis die volle Verdünnung des Blutes den vorangehenden Verlust an Erythrozytenmasse demaskiert. Dadurch kann man noch bis etwa vier Tage nach der Blutung eine fortschreitende Verringerung des Hämatokrits und auch des Hämoglobins feststellen, ohne daß eine weitere Blutung stattfindet. Erst dann ist die Ausgangsmenge an Blutflüssigkeit wieder hergestellt, bzw. die Neubildung von Erythrozyten wirkt jetzt erst stärker der anfänglichen Blutverdünnung durch Flüssigkeitseinstrom entgegen. Bei kleineren Blutverlusten verlaufen diese Vorgänge wahrscheinlich schneller.

Bei der geringeren Abnahme des Hämatokritwertes erfährt die mittlere korpuskuläre Hämoglobinkonzentration (MCHC)

keine signifikanten Veränderungen. Wie FAWATT und WYNN
1960 beobachteten, muß der Hämatokrit um 12 % sinken,
bis der MCHC um 0,9 % sinkt.

Hämoglobin

$N = 180$

$\bar{d} = -0,1961 \pm 0,130 \text{ g\%}$

↑
 $s\bar{d}$

Anzahl der Fälle

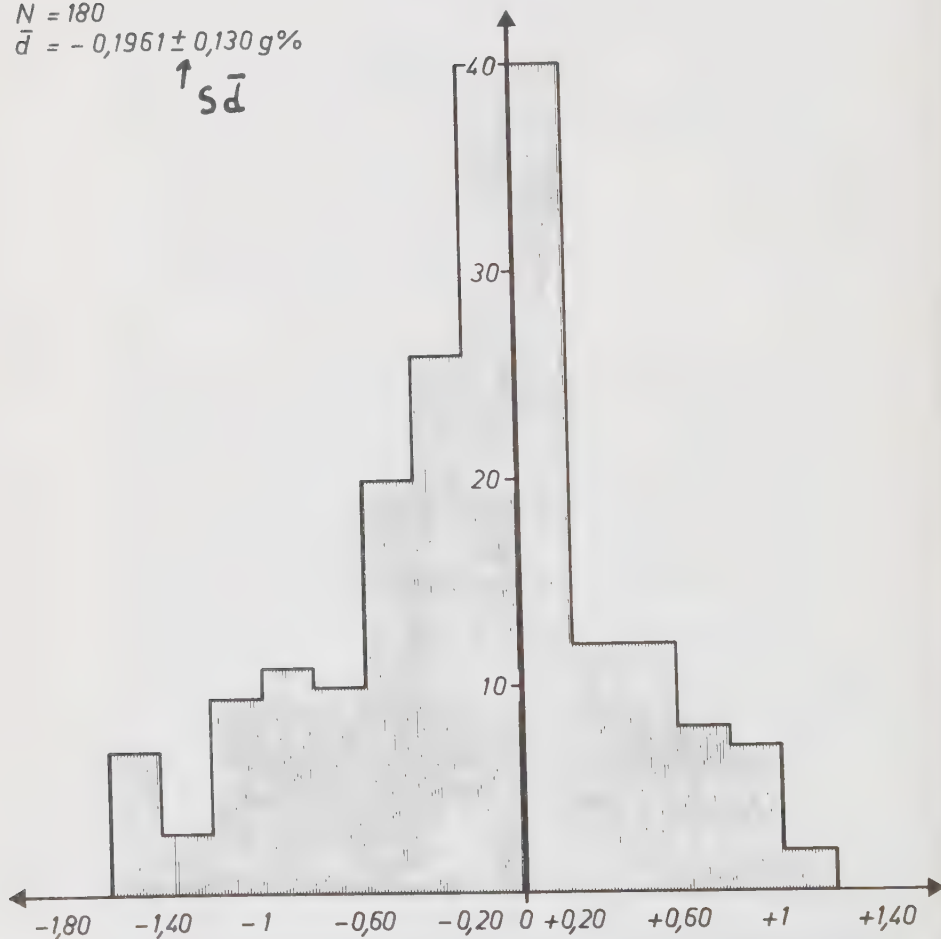


Abb.: 4 Hämoglobinverlust in g% nach Entnahme von 400 ml Blut

C. Hämoglobin

Die Hämoglobinkonzentration (Abb. 4) zeigt bei Entnahme von 400 ml Blut eine statistisch erwiesene Abnahme um 0,2 g / 100 ml auf 15 g / 100 ml unmittelbar nach der Blutentnahme. Dies würde, wie auch die Abnahme des Hämatokrits bedeuten, daß bei der Blutentnahme mehr Erythrocytenvolumen als Plasmavolumen verloren ging. Die Hämoglobinkonzentration ist eine " Verdünnungsgröße ", sie sinkt mit steigender Hämodilution, d.h. erst wenn das fließende Blut durch extracelluläre Flüssigkeit verdünnt ist. Sie erreicht nach 1 - 2 Tagen ihren tiefsten Stand. Erst dann kann man sich aus dem verbliebenen Hämoglobinwert (Heilmeyer 1951) über das Ausmaß der verlorenen Blutmenge ein Bild machen. Voraussetzung sind normale Hämoglobinwerte vor der Blutung. In diesem Zeitraum vollzieht sich schon wieder eine starke Neubildung der Zellen, so daß die Ergebnisse schon etwas zu günstig liegen. In Versuchen mit markierter Desoxyribonucleinsäure ergab sich eine mittlere Zellteilungsgeschwindigkeit von ungefähr 20 Stunden für alle Reifegrade (Müller).

Findet man kurz nach einem akuten Blutverlust erniedrigte Hämoglobinwerte, so deutet dies auf eine der Verletzungen vorangegangene " Präexistente Anämie " oder eine frühere eventuelle partielle Hämodilution hin.

Wie wir sahen, liegen Hämatokrit- und Hämoglobinwerte in den einem akuten Blutverlust folgenden Stunden im Bereich der Norm. Folglich darf keinesfalls die chirurgische Indikation bei der Abschnätzung der Größe eines akuten Blutverlustes nur von diesen Werten abhängig gemacht werden. In Unkenntnis dieser Zusammenhänge werden vielfach bei Blutungen unveränderte Hämoglobin- oder Hämatokritwerte als Hinweis auf ein Sistieren der Blutung, eine spätere Abnahme (durch Verdünnungseinwirkung) als Blutungsrezidiv gedeutet. Bei Verdacht auf akute Blutung hat die laufende stündliche Bestimmung des Hämoglobinwertes lediglich den Wert eines Symptoms. (Lexer, REHN, 1951)

Mit Hilfe von ständig wiederholten Bestimmungen des Hämoglobins oder Hämatokrits kann man eventuell Aufschluß darüber bekommen, ob eine innere Blutung vorliegt oder nicht. Zwischen den Hämoglobin- bzw. Hämatokritkontrollen darf keine Nahrung aufgenommen werden. Kontrollen müssen immer entweder im Stehen oder im Liegen durchgeführt werden, denn Hämatokrit, Hämoglobin und auch der Eiweißgehalt des Plasmas verringern sich beim Übergang vom Stehen zum Liegen, bedingt durch die gesteigerte Rückresorption von Wasser.

Man muß sich hüten, z.B. in der postoperativen Phase anhand von Kontrollwerten durch eine neuerliche Ver-

Änderung des Hämatokrits auf die Veränderung des Blutvolumendefizits zu schließen. Es muß bedacht werden, daß die Abnahme des Hämatokrits nach einer Operation einmal weiteren Blutverlust bedeuten kann oder aber überschüssende Wiederauffüllung von Plasmavolumen. Ein niedriger Hämoglobinwert ist allein also keine Rechtfertigung für eine Transfusion (PEDEN et al.). Starke Hämokonzentration und gleichzeitige Hypovolämie können unter Umständen nebeneinander auftreten (z.B. Peritonitis).

Gesamteiweiss in g %

Anzahl der Fälle

$$N = 180$$

$$\bar{d} = -0,2303 \pm 0,078 \text{ g \%}$$

↑
 $s_{\bar{d}}$

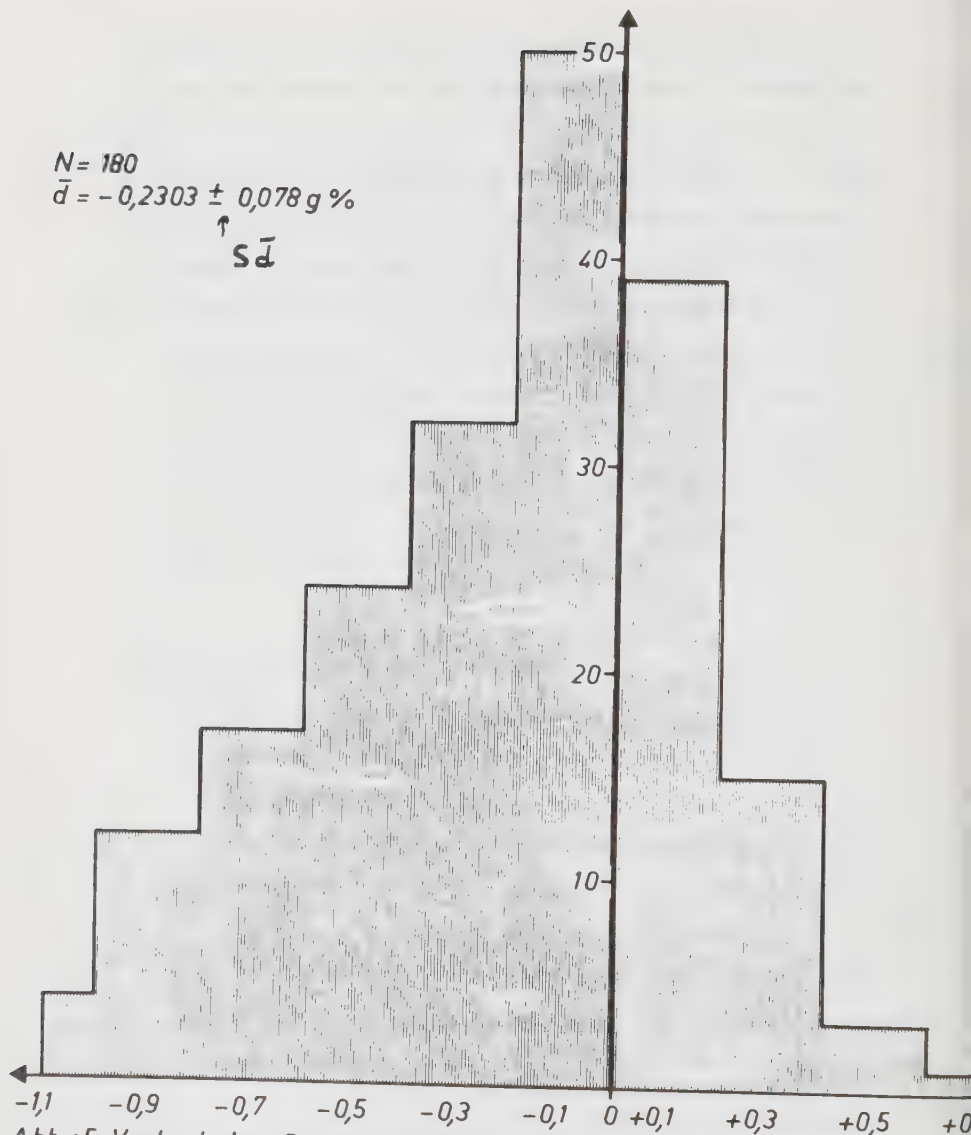
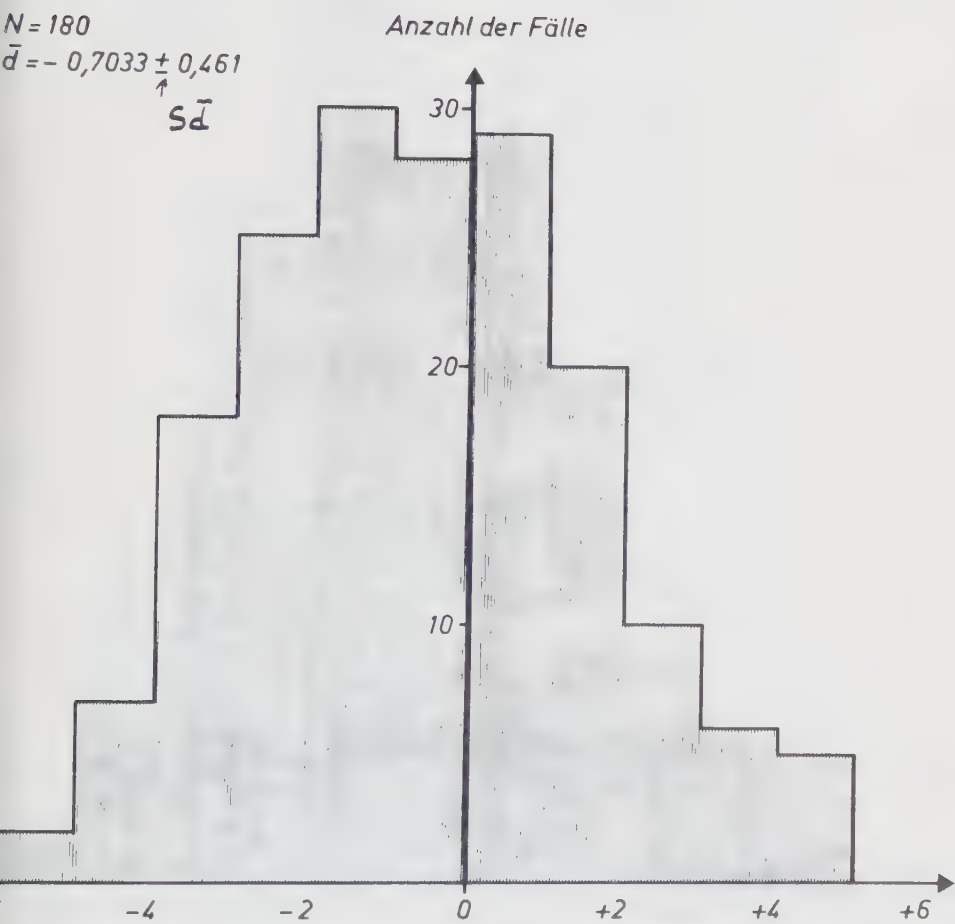


Abb.:5 Verlust des Gesamteiweiss in g % nach Entnahme von 400 ml Blu

Gammaglobuline



6 Abnahme der Gammaglobuline nach Entnahme von 400 ml Blut

Gesamteiweiss in g im Plasma

$N = 180$

$\bar{d} = -23,1539 \pm 3,648 \text{ g}$

$\uparrow s_{\bar{d}}$

Anzahl der Fälle

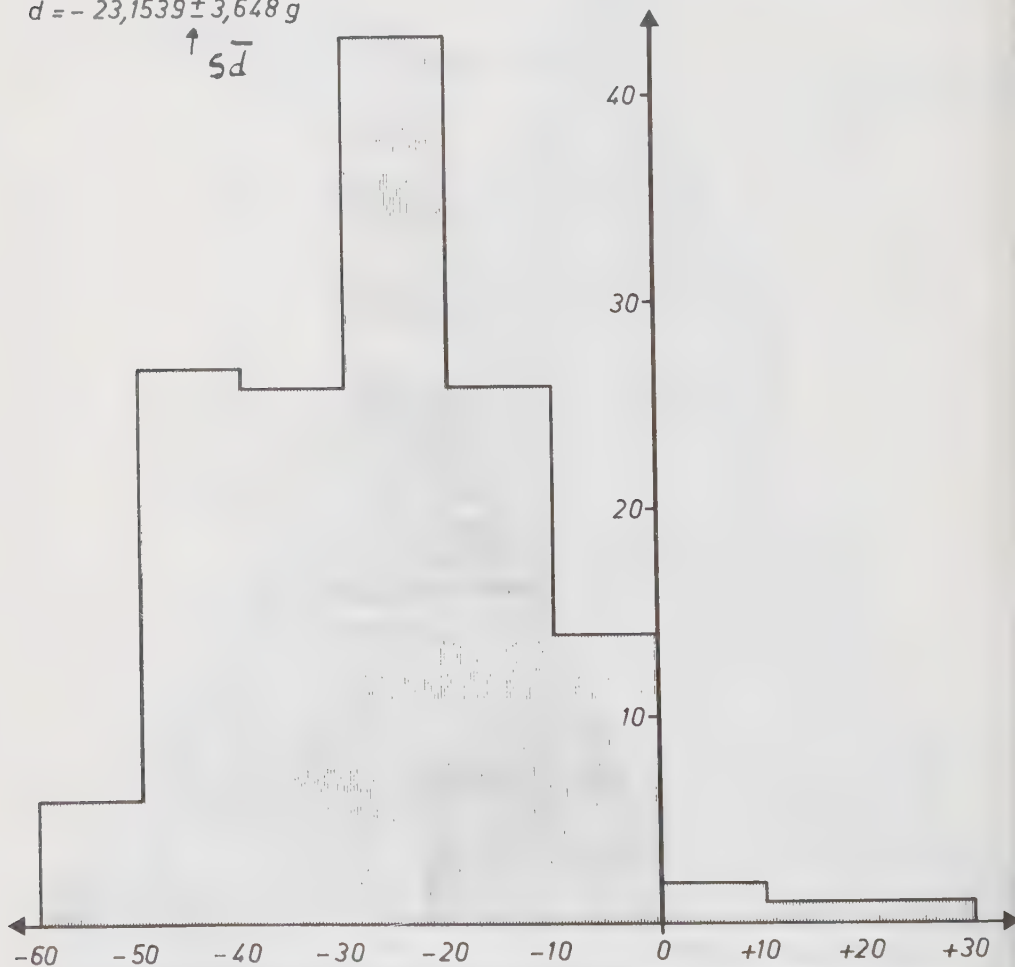


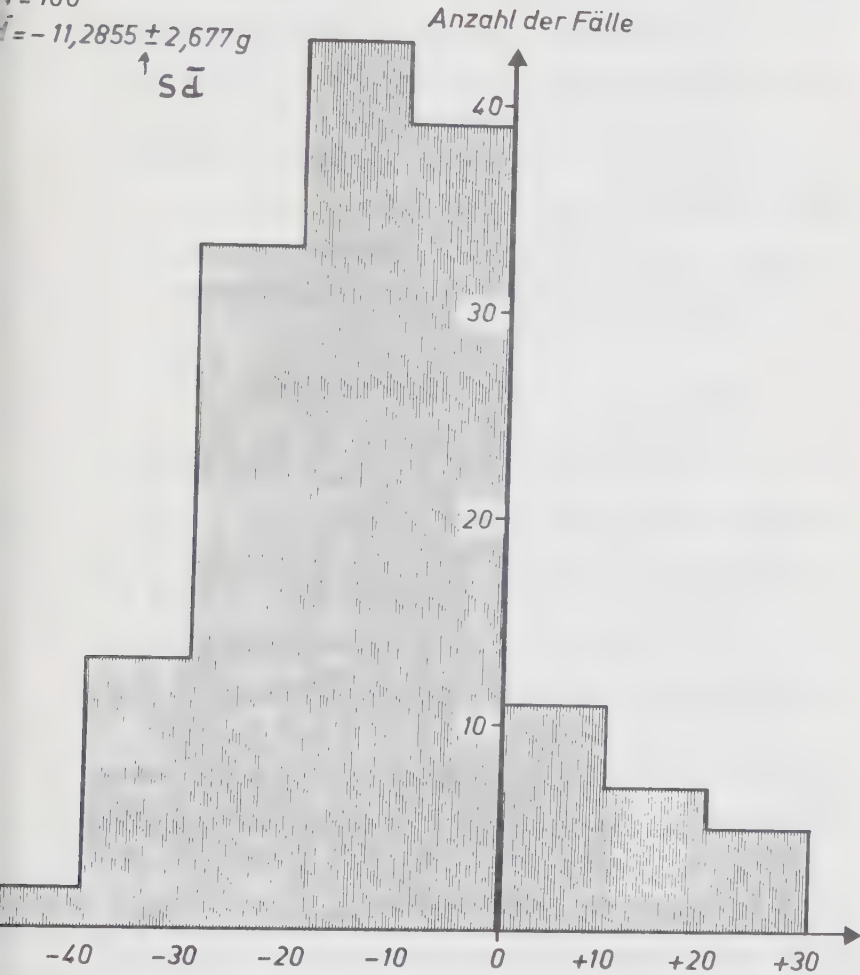
Abb.: 7 Verlust des Gesamteiweisses in g nach Entnahme von 400 ml Blut

Gesamtalbumine in g im Plasma

$N = 180$

$\bar{x} = -11,2855 \pm 2,677 \text{ g}$

$\uparrow$
 $s_{\bar{x}}$



8 Verlust der Gesamtalbumine in g nach Entnahme von 400ml Blut

D) Gesamteiweiß

Kurz nach der Blutentnahme sieht man Veränderungen des Gesamteiweißes im Serum und der elektrophoretisch aufgetrennten Serumweißfraktion. Das Gesamteiweiß verringert sich um 0,2 g% auf 7,5 g% (Abb. 5).

Die Gammaglobuline nahmen um 0,7 % ab und liegen nun zum Zeitpunkt (2) bei 18,4 % (Abb. 6).

Albumine, α_1 , α_2 -, und β -Globuline zeigten keinen signifikanten Unterschied zwischen den Zeitpunkten (1) und (2).

Das Gesamteiweiß im Plasma vermindert sich von 286 g um 23 g auf 263 g (Abb. 7).

Auch die Gesamtalbumine im Plasma nahmen nach der Blutentnahme um 11,3 g ab (Abb. 8).

Der anfängliche Abfall der Plasmaproteinkonzentration ist ein bekanntes Phänomen. Man nimmt an, daß diese Erniedrigung, die sofort nach dem traumatischen Ereignis einsetzt, bedingt ist durch das verlorengegangene Eiweiß während der Blutentnahme, denn das Gesamteiweiß vermindert sich nach dem Blutverlust etwa in der Höhe des verlorengegangenen Eiweiß während der Blutentnahme (EBERT). Gleichzeitig resultiert durch Einstrom eiweißarmer Flüssigkeit aus dem Gewebe in die Blutbahn unmittelbar nach dem Blutverlust ebenfalls eine Verdünnung.

Die Abnahme der Proteinkonzentration nach der Blutentnahme ist in dieser Versuchsreihe so gering, daß man aus

der Größe des Gesamteiweißes zum Zeitpunkt (2) nicht auf einen stattgefundenen Blutverlust schließen kann. Die Proteinkonzentration sinkt in den folgenden Tagen nicht weiter ab (LISTER, MOORE, DAGHER).

Es kommt nach dem anfänglichen Abfall von Plasmaproteinen in ausreichender Menge zu einer Neuzuführung in die Blutbahn. COPE und LITWIN beschreiben im Tierexperiment sogar eine Neuzuführung von nahezu dem Dreifachen der verlorengegangenen Menge innerhalb von 24 Stunden. Zugeführt wurde die Proteinmenge durch einen verstärkten Lympffluß durch den Ductus thoracicus in die Blutbahn, der nach zwei Stunden wieder zur Norm zurückkehrte.

Daraus ist ersichtlich, daß man aus fallender oder steigender Proteinkonzentration nicht auf ein Volumendefizit schließen kann. Sinkende Proteinkonzentration kann bedingt sein durch das Einströmen von eiweißarmer Flüssigkeit in die Blutbahn, ebenso ist erhöhter Proteingehalt trotz einer Hypovolämie möglich.

Dennoch ist die Bestimmung und eventuelle Normalisierung des Gesamteiweißes und der Eiweißfraktion nach dem Ausgleich des Wassernaushaltes nötig, denn nur ein ausgeglichener Eiweißhaushalt vernütet Komplikationen.

Besonders wichtig ist die Wiederauffüllung der Albuminfraktion, denn Albuminmangel kann durch Veränderungen des onkotischen Druckes zu hämodynamischen Störungen führen, da der kolloidosmotische Druck zu ungefähr 70 % aus der Albuminkonzentration resultiert.

E) Erythrozyten- und Plasmavolumen

Das Erythrozyten- und Plasmavolumen wurde in unserer Versuchsreihe nicht getrennt gemessen, sondern anhand der vorangegangenen Gesamtblutvolumenmessungen errechnet. Die Berechnung ergab, daß das Erythrozytenvolumen von 2692,7 ml um 214,2 ml auf 2478,5 ml sank (Abb. 9).

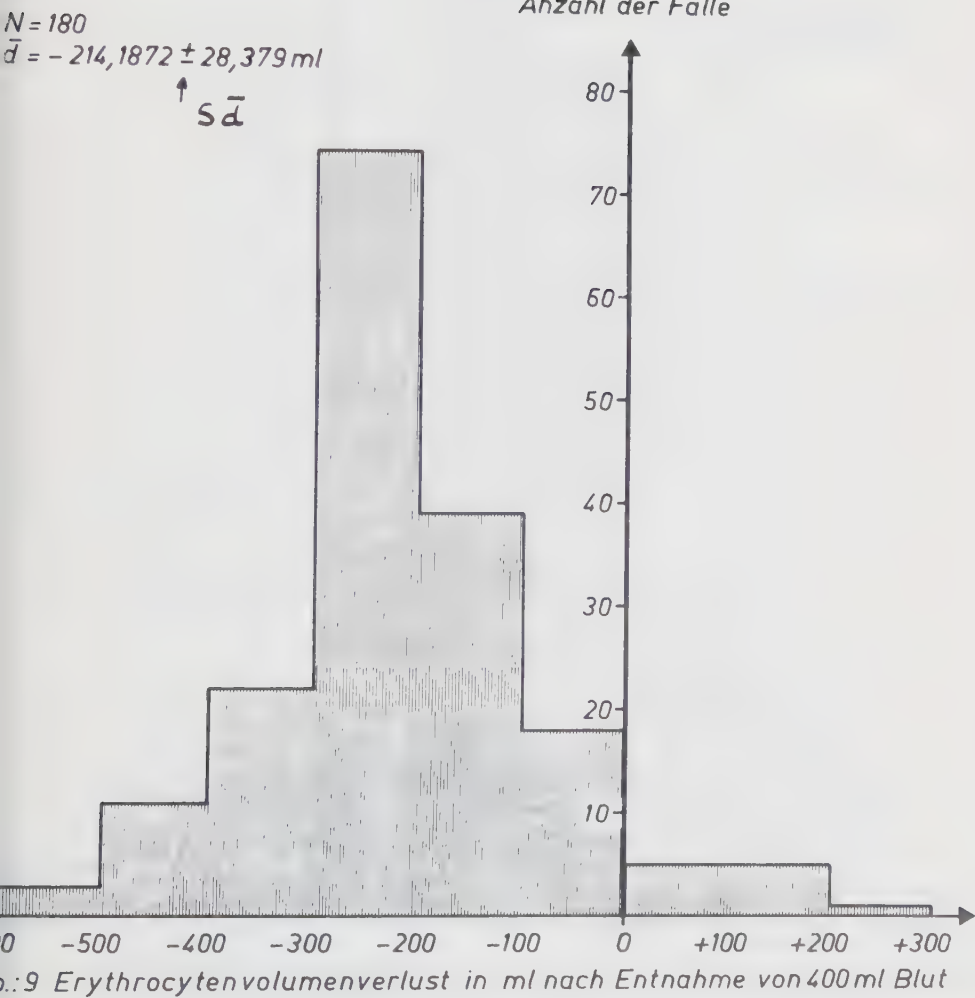
Das Plasmavolumen verringerte sich nur um 194,2 ml; somit beträgt es zum Zeitpunkt (2) 3481,8 ml (Abb. 10). Dies bedeutet einen Verlust von 5,2 % des Ausgangswertes, während das Erythrozytenvolumen einen Verlust von 7,9 % erlitten hat.

Der größere Verlust an Erythrozytenvolumen ist direkt proportional dem größeren Verlust an Zellbestandteilen gegenüber dem Plasmavolumenverlust. Die Ursache des relativen größeren Erythrozytenverlustes ist in der zugunsten der Zellbestandteile geänderten Zell - Plasma - Relation zu suchen. Dies findet seinen Ausdruck in einem erhöhten Hämatokritwert der weiten Gefäße gegenüber schmalere (J.W.L. DAVIES).

Aus der getrennten Bestimmung des Plasma- und Erythrozytenvolumens ergeben sich recht genaue Werte für das totale Blutvolumen. Diese beiden Werte sind keine Verdünnungsgrößen, somit verändern sie sich schon unmittelbar nach jedem Blutverlust signifikant.

Messungen des Erythrozyten- und Plasmavolumens beruhen auf dem Verdünnungsprinzip.

Erythrocyten volumen



Plasmavolumen

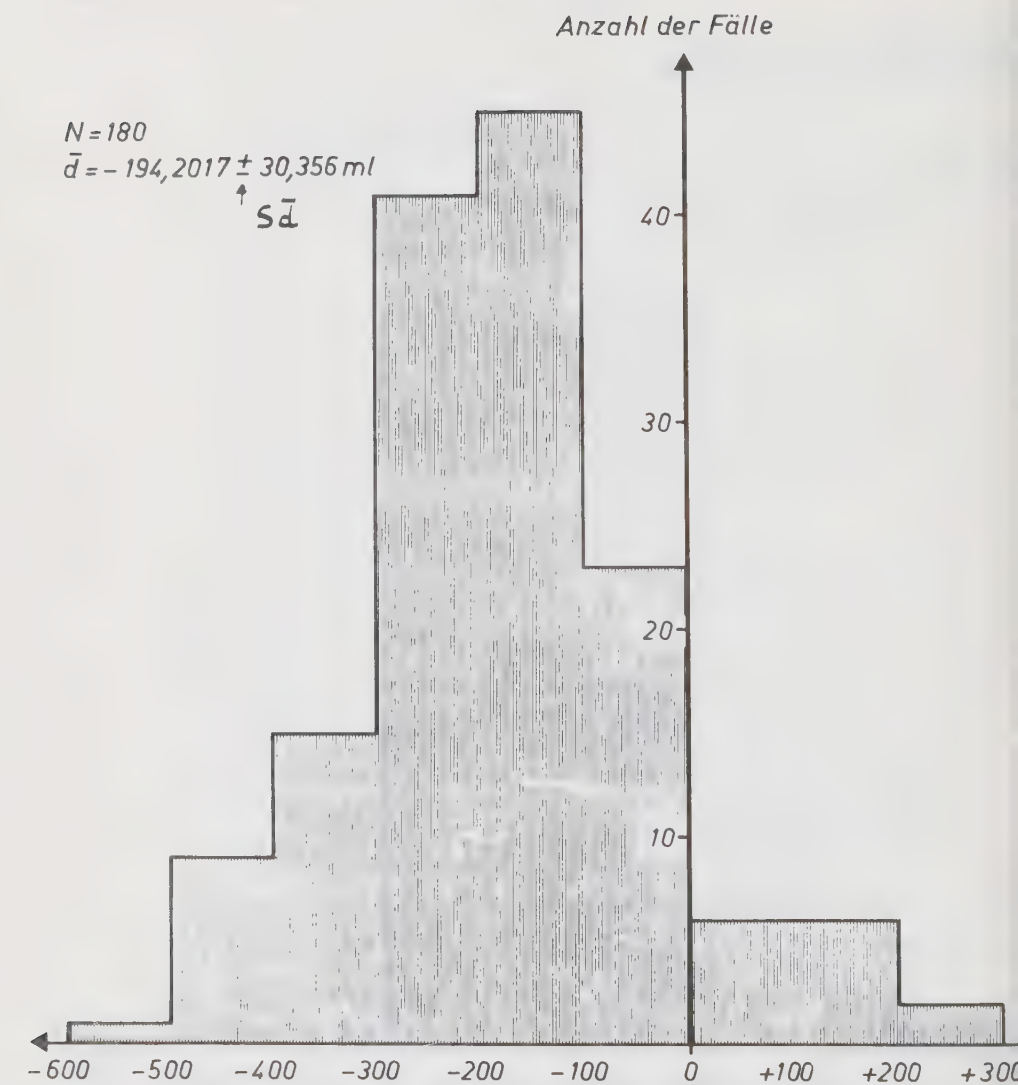


Abb.: 10 Plasmavolumenverlust in ml nach Entnahme von 400 ml Blut

Es bedeutet allerdings eine grobe Vereinfachung, die Blutgefäße des Menschen als ein geschlossenes Gefäßsystem zu betrachten, in dem das Blut eingeschlossen ist. Man kann jedoch von dieser Vereinfachung ausgehen, da zwischen intravasalen, extrazellulären und intrazellulären Räumen eine Funktionseinheit besteht.

Die früher verwendeten Farbstoffmethoden (Evans blue, Trypanrotmethode) sind durch Isotopenmethoden abgelöst worden.

Es wird das Maß der Verdünnung der markierten Bestandteile gemessen. Mißt man nur eine Komponente, so kann das Gesamtblutvolumen mit Hilfe des Hämatokrits ermittelt werden. Allerdings kann das zu einer Fehlerquelle führen, denn kleine Fehlbestimmungen des Hämatokrits werden entsprechend multipliziert (ALLGÖWER).

F) Blutdruck

Im Rahmen der Untersuchung wurden neben den Blutanalysen auch Blutdruck und Pulsveränderungen zwischen Zeitpunkt (1) und Zeitpunkt (2) gemessen und statistisch ausgewertet. Der systolische Blutdruck sank unmittelbar nach der Blutentnahme von nur 400 ml im Durchschnitt um 4,7 mm Hg auf 121,8.

Der diastolische Blutdruck sank um 1,7 mm Hg auf 77,7.
(Abb. 11)

Die Blutdruckamplitude verschmälerte sich also um 2,9 mm Hg (Abb. 12).

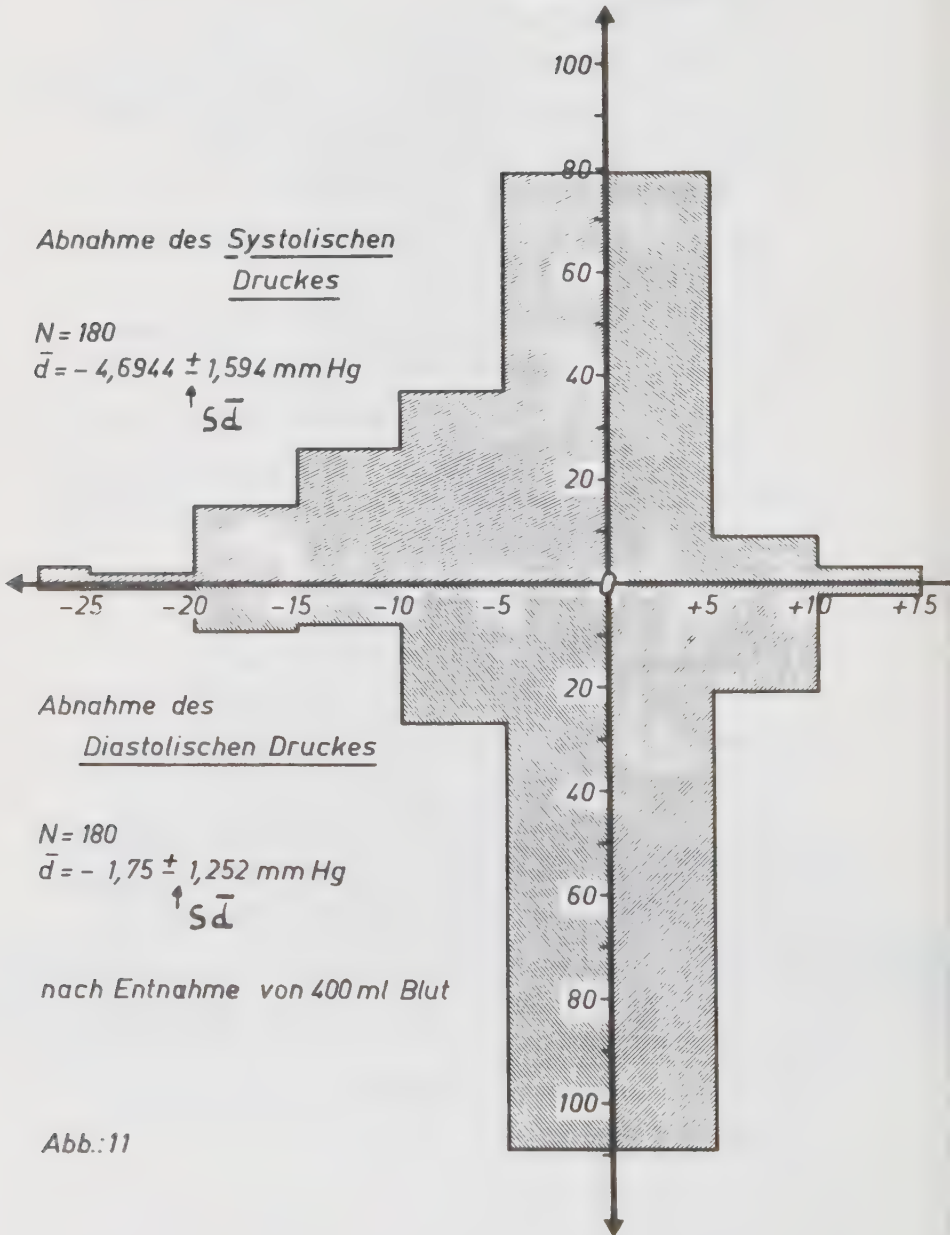
Anzahl der Fälle

Abnahme des Systolischen
Druckes

$N = 180$

$\bar{d} = -4,6944 \pm 1,594 \text{ mm Hg}$

$\uparrow s\bar{d}$



Abnahme des
Diastolischen Druckes

$N = 180$

$\bar{d} = -1,75 \pm 1,252 \text{ mm Hg}$

$\uparrow s\bar{d}$

nach Entnahme von 400 ml Blut

Abb.:11

RR Amplitude

$N = 180$

$\bar{d} = -2,9444 \pm 1,295 \text{ mm Hg}$

$\uparrow s\bar{d}$

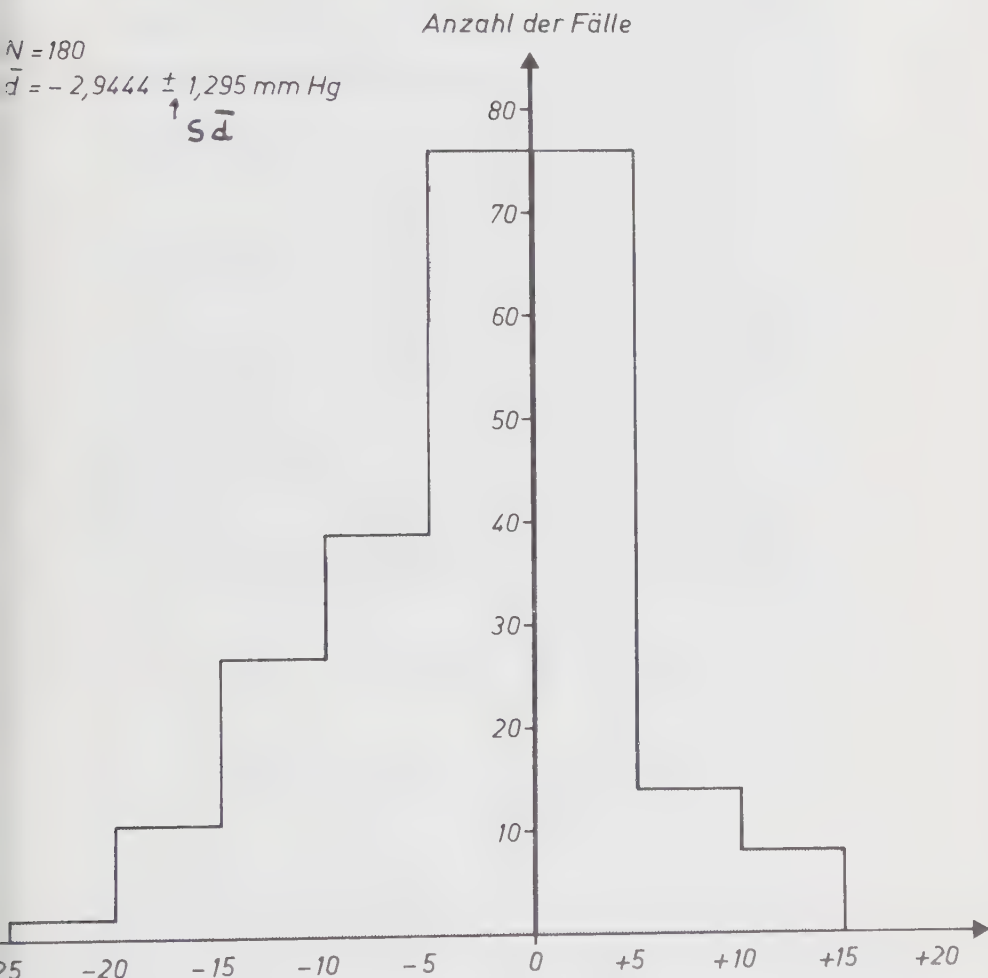


Abb.: 12 Abnahme der Blutdruckamplitude in mm Hg nach Entnahme von 400 ml Blut

Die Abnahme des systolischen als auch des diastolischen Blutdruckes ist gering, doch es ist zu bedenken, daß auch die Blutentnahmen relativ gering war und noch im Bereich der Kompensationsmöglichkeiten liegt. Man kann aus einem Blutdruckwert von RR : 121,8 / 77,7 mm Hg keinen Blutverlust diagnostizieren, beide Werte liegen im Bereich der Norm.

Weiter ist zu bedenken, daß die Fehlerbreite der Blutdruckmessung nach Riva - Rocci 10 % beträgt.

Die Messungen von Blutdruck und Puls geben jedoch meist wertvolle Hinweise über die Größe des Blutverlustes, so bald er 30 % und mehr übersteigt. Sie haben in Bezug auf Schockgefährdung ihre besondere Aussagekraft, wenn sich die beiden Größen diskordant verändern, d.h., wenn der Blutdruck abnimmt und die Pulsfrequenz zunimmt.

ALLGÖWER bezeichnet den Quotienten

PULS	
_____	als Schockindex
BLUTDRUCK	
60	
_____	0,5 Normalzustand
120	
100	
_____	1,0 Drohender Schock
100	
120	
_____	1,5 Manifester Schock
80	

Es ist jedoch überholt, den Blutdruck als wichtigsten oder gar alleinigen Gradmesser zur Beurteilung des Kreislaufzustandes heranzuziehen. Die Durchblutung ist nicht nur vom Durchströmungsdruck abhängig, sondern auch vom Verhältnis des arteriellen Mitteldruckes zum Gefäßwiderstand. Ein hoher Blutdruck bei verengten Arteriolen ist oft schlechter als ein niedriger Blutdruck bei weiten Arteriolen (AHNEFELD, FREY, HALMAGYI). Wirklich bindende Aufschlüsse über die Schockgefährdung geben Puls- und Blutdruckwerte nur, wenn die Veränderungen über eine gewisse Zeit hindurch kontrolliert werden. Aber auch diese Werte hängen nicht lediglich vom Blutvolumen ab; sie sind deshalb in der Beurteilung Verletzter mit Kritik zu verwenden. Durch Schmerzen kann selbst bei größtem Blutverlust der Blutdruck hochgehalten werden, eine hypertone Traumareaktion (ALLGÖWER).

Pulsfrequenz

$N=180$

$\bar{d} = -4,6944 \pm 1,207$

$\uparrow s\bar{d}$

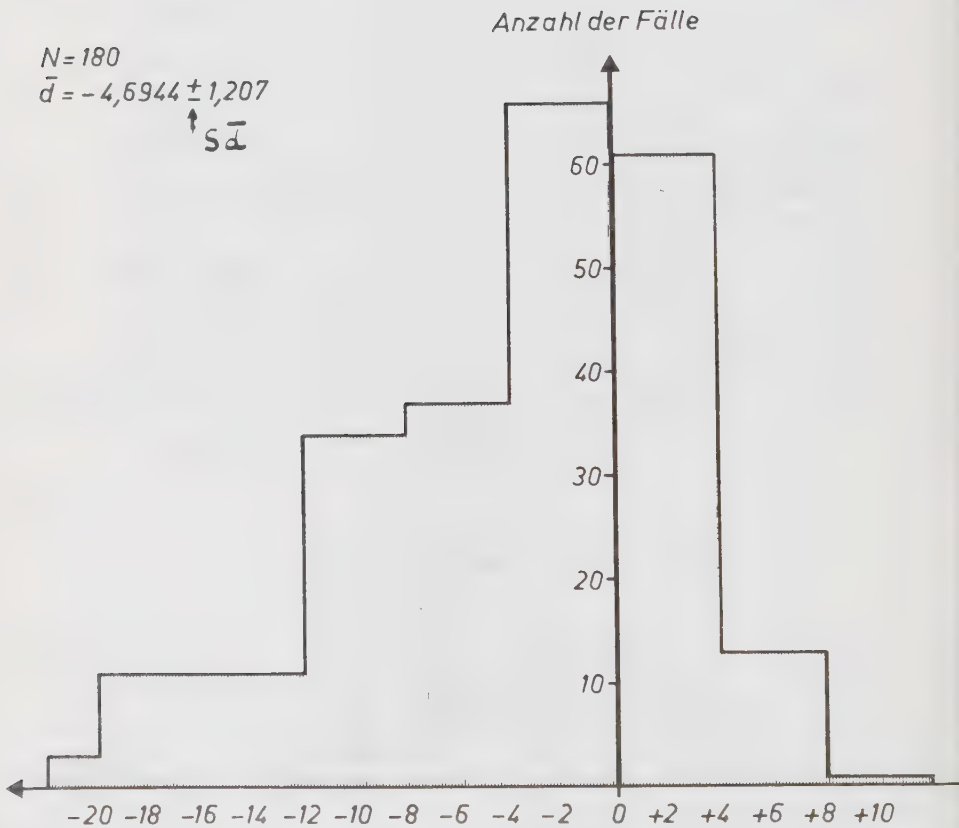


Abb.:13 Abnahme der Pulsfrequenz in Schläge/Minute nach Entnahme von 400 ml Blut

G) P u l s

Die Pulsfrequenz der 180 Versuchspersonen nahm im Durchschnitt um 4,6 Schläge / min ab. Sie beträgt zum Zeitpunkt (2), d.h. nach der Blutentnahme 74,3 / min (Abb. 13).

Nach dem von ALLGÖWER angegebenen Schockindex müßte nach einem Blutverlust eine Pulsbeschleunigung eintreten. In unserer Versuchsreihe trifft das nicht zu. Es muß jedoch noch einmal betont werden, daß hier nur eine Blutentnahme von 400 ml vorgenommen wurde und das bei gesunden jungen Menschen.

Der in der Versuchsanordnung vorgesehene Blutverlust von 400 ml, gemessen mit dem Volemetron wurden 408 ml zwischen Zeitpunkt (1) und (2), bedeuten bei einer durchschnittlichen Gesamtblutmenge von 6368 ml nicht mehr als 6,4 %.

Bei solchen Werten kann man wohl noch nicht von Schock-gefährdung oder gar von Schock sprechen. Es ist ein relativ kleiner Blutverlust, dem der Körper mit einer Pulsverlangsamung antwortet. (ALLGÖWER, vasovagale Traumareaktion)

Bei größeren Blutverlusten schlägt sie meist in eine erhöhte Pulsfrequenz um (kalte normotone Tachykardie, kalte hypotone Tachykardie).

Bei Ablauf der weiteren, wohl unvermeidlichen Mechanismen findet das Herzminutenvolumen seine Begrenzung durch

das Angebot venösen Blutes. Die Frequenzsteigerung des Herzens ist dabei weniger als "Kompensationsversuch", denn als unvermeidliche wohl nutzlose und eher nachteilige Begleiterscheinung des sympathischen Erregungszustands zu werten. (DUESBERG, SPITZBARTH)

VI. Schl u ß f o l g e r u n g

In unserer Versuchsreihe kam es darauf an, anhand von 180 Versuchspersonen die Veränderungen der Blutvolumenzusammensetzung nach Entnahme von 400 ml Blut zu bestimmen. Statistische Berechnungen ergaben, daß sich Hämatokrit, Hämoglobin, Gesamteiweiß in g%, Gesamteiweiß in g im Plasma, Globuline, Erythrozyten- und Plasmavolumen, Blutdruck und Puls unmittelbar nach der Blutentnahme signifikant verändert haben (Abb. 3 - 13).

Sie hat jedoch auch gezeigt, daß man aus diesen Variablen trotz der statistisch gesicherten Veränderung nach der Blutentnahme keinen akuten Blutverlust diagnostizieren kann. Die Hauptschwierigkeit ist, daß man nur in den seltensten Fällen von Patienten mit akuten Blutungen Ausgangswerte der einzelnen Blutbestandteile besitzt und somit überhaupt erst Veränderungen feststellen kann.

Im weiteren Verlauf der Arbeit war festzustellen, daß die Veränderungen der im Zeitraum (1) bis (2) erstellten Kontrollwerte der Blutbestandteile ebenfalls keinen Schluß auf eine stattgefundene Blutung zulassen, da sie so gering waren, daß man beim Vergleich der Bestimmungen an die bestehenden Fehlergrößen der Meßmethoden denken muß.

Unmittelbar im Anschluß an eine akute Blutung ist eine Verminderung der Erythrozytenzahl in der Volumeneinheit des Blutes nicht nachweisbar.

Das noch vorhandene Blut ist zunächst für klinische Belange nur in der Gesamtmenge, nicht aber in seiner Zusammensetzung verändert, somit kann man für die Therapie daraus keinen Nutzen ziehen. Aus den vorliegenden Ergebnissen wird ersichtlich, daß die Verdünnungsgrößen wie Hämoglobin, Hämatokrit und Eiweiß in den ersten Minuten und Stunden nach dem Blutverlust noch im Bereich der Norm liegen.

Blutdruck und Puls sind Kontrollgrößen, wie von ALLGÖWER vorgeschlagen wurden, ganz sicher heute noch ihre Bedeutung haben, aber man muß bei der Beurteilung immer bedenken, daß in der Zentralisationsphase durch Sympathikusreizung der arterielle Blutdruck trotz erheblicher Volumenverluste im Bereich des Ausgangswertes liegen oder aber durch Vagusreizung die Pulsfrequenz normal oder erniedrigt sein kann (vasovagale Traumareaktion).

Die Unkenntnis der Kreislaufsituation vor der Blutung und besonders auch des Blutdruckes kann zur Fehlbeurteilung führen. Ein Blutdruck von 140 mm Hg kann bei einem Hypertoniker einen Kollaps bedeuten (MAUSS).

Somit kommen in den ersten Stunden nach dem Blutverlust zur exakten Bestimmung des Blutvolumens nur Meßmethoden in Frage, welche die zirkulierende Menge des Blutes angeben. Die Bestimmungen des Erythrozyten- und Plasmavolumen spielen dabei eine hauptsächliche Rolle, denn: Erythrozyten plus Plasmavolumen ergeben das Gesamtvolumen. Die Fehlerbreite ihrer Meßmethoden liegt nach J.W.L. DAVIES um 5 %.

WILLIAMS und FINE haben nun ein Gerät entwickelt, das es erlaubt, exakte und schnelle Blutvolumenbestimmungen in kurzen Abständen zu wiederholen, das "Volemetron". Das Gerät ermöglicht Volumenbestimmungen im Vollblut unabhängig davon, welche Bestandteile des Blutes durch aktive Substanzen markiert werden. Wie schon oben angegeben, ist die Genauigkeit der Methode groß.

Durch das Volemetron wurde bei den 180 Versuchspersonen eine durchschnittliche Blutentnahme von 408,7 ml gemessen. Dieser Menge stehen 400 ml tatsächlich entzogenem Blut gegenüber.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, daß statistisch gesicherte Verminderungen einzelner Blutbestandteile nach Entnahme von 400 ml Blut keine ausreichende Kriterien zur Beurteilung eines Blutverlustes darstellen und daß noch viel weniger ein akuter Blutverlust dadurch in seinem Ausmaß eindeutig abgegrenzt werden kann.

Die Arbeit bestätigt ferner, daß die Summe klinischer Symptome wie:

- I. Allgemein wahrnehmbare Erscheinungen am Kranken
- II. Beobachtung einfacher Regulationsgrößen wie Blutdruck und Pulsfrequenz
- III. Kontrolle des zentralen Venendruckes

IV. Kontrolle der Urinmenge

V. Kontrolle der Körpertemperatur

sowie laboratoriumsdiagnostische Größen wie:

VI. Bestimmung des zirkulierenden
Blutvolumens, des Hämatokrits,
der Konzentration der einzelnen
Blutelemente oder der Plasma-
proteine (GROSS)

jedoch gewisse Schlüsse auf das Ausmaß des stattgehabten Blutverlustes zulassen und daß die fortlaufende Beobachtung der genannten klinischen und laboratorisch-diagnostischen Kriterien ihre Aussagefähigkeit wesentlich erhöht, sofern der Zustand ein Zuwarten erlaubt.

Als Resümee ergibt sich die Forderung, Geräte wie das Volemetron allen Unfallstationen und Kliniken zugänglich zu machen, um die Unsicherheit und Umständlichkeit in der Beurteilung akuter und lebensbedrohlicher Blutverluste der Vergangenheit zuzuordnen.

VII. Z u s a m m e n f a s s u n g

Seit über 100 Jahren, jeweils intensiviert während und nach großen Kriegen, beschäftigt sich die medizinische Forschung mit dem Schock. Nach vielfältigen Meinungen findet man heute übereinstimmend, daß einer Hypovolämie wohl die tragende Rolle zur Auslösung eines Schocks zugeschrieben werden muß.

Das Erkennen eines Volumendefizites setzt eine Messung des zirkulierenden Blutvolumens voraus. Allgemeine klinische Zeichen, sowie das Abschätzen äußerer Blutungen nach subjektivem Eindruck, Schätzung durch Umfangmessung, Patientenwaage, haben sich als nicht ausreichend dargestellt.

Versuche an 180 männlichen Studenten zwischen 19 und 25 Jahren im Institut für Anaesthesiologie der Universität Mainz sollten klären, wie weit ein Blutverlust von 400 ml Blut ohne Hilfe der modernen Geräte, wie das von WILLIAMS und FINE entwickelte Volemetron, das bis heute nur in größeren Kliniken zu finden ist, durch einfache Bestimmungen im Labor zu erkennen ist.

In der Versuchsreihe wurde absichtlich eine Blutentnahme von 400 ml gewählt, da dies der Grenzbereich ist, in dem noch keine Schocksymptome auftreten.

Von den 20 Variablen erfuhren folgende einen signifikanten Unterschied:

Hämatokrit, Hämoglobin, systolischer und diastolischer Blutdruck, Pulsfrequenz, Gesamteiweiß in g %, β - Globuline,

Erythrozyten- und Plasmavolumen, Blutdruckamplitude, Gesamteiweiß und Gesamtalbumine im Plasma.

Bei näherer Betrachtung der Ergebnisse erkennt man, daß die einzelnen Blutbestandteile durch die Blutentnahme eine Veränderung erfahren haben. Somit haben sie da, wo immer wieder Vergleiche und Kontrollen möglich sind (chronische Blutungen z.B.) ihre Berechtigung.

Die zu Zeitpunkt (2) gemessenen Werte geben ohne Kontrollwert jedoch keinerlei Aufschluß über eine stattgefundene Blutung, sie liegen auch nach der Entnahme im Mittel im Bereich der Norm.

Folglich sind wir mit jeden einzelnen dieser Meßmethoden alleine nicht in der Lage, einen akuten Blutverlust z.B. frisch eingelieferter Verkehrsverletzter mit ausreichender Eindeutigkeit anzuzeigen.

Die Untersuchungen zeigen weiter, daß man bei der notwendigerweise exakten Blutvolumenbestimmung auf ein genau und relativ einfach zu handhabendes Gerät in der Klinik nicht verzichten kann.

L I T E R A T U R

=====

- 1 AHNEFELD, F.W., FREY, R. und HALMÁGYI, M.:
Der Schock, Entstehung, Verlauf und
Therapie
Dtsch. Med. Wschr., 2:425 (1962)
- 2 AHNEFELD, F.W., FREY, R. und HALMÁGYI, M.:
Die Blutvolumenbestimmung mit radio-
aktiven Isotopen zur Verhütung von
Irrtümern in der Anzeigestellung zur
Bluttransfusion und Infusion von Blut-
ersatzmitteln
Bibl. haemat. 16:223 (1963)
- 3 AHNEFELD, F.W., FREY, R. und HALMÁGYI, M.:
Erkennung, Verhütung und Behandlung
des Schocks in den operativen Fächern
Der Internist 3:543 (1962)
- 4 AHNEFELD, F.W., HALMÁGYI, M. und Überla, K.:
Untersuchung zur Bewertung kolloidaler
Volumenersatzmittel
Der Anaesthesist 14:137 (1965)
- 5 ALLGÖWER, M.: Diagnostische Möglichkeiten der Be-
urteilung Schwerverletzter
Zschr. Unfallmed. 2:83 (1965)
- 6 ALLGÖWER, M.: Hämodynamik und Staseprobleme des Blut-
verlustes
Bibl. haemat. 27:147 (1967)

- 7 ALLGÖWER, M.: Schock
In: Lehrbuch der Chirurgie, hrsg. v.
Hellner, H., Nissen, R., Vosschulte, K.
5. Aufl., Stuttgart, S. 85-99, 1967

- 8 BOROVICZENY de, Ch. G.: On Standardisation of packed
Cell volume Determination
Bibl. haemat. 24 (1966)

- 9 BRAUNSTEINER, H.: Krankheiten des Blutes
In: Lehrbuch der Inneren Medizin,
hrsg. v. Dennig, H.
7. Aufl., Bd 1, Stuttgart,
S. 255 - 313, 1966

- 10 BRINKMANN, E. R. und KELLERMAN, A.: Der Schock und seine
Behandlung mit dem Plasmaexpander
Haemaccel Med. Klinik 58:251 (1963)

- 11 BROWN, G. L.: The Effect of Haemorrhage upon Red
Cell Size and Red Cell Distribution
Brit. med. J. 24:99 (1963)

- 12 BUCHBORN, E.: Endokrine und metabolische Veränderungen
beim peripheren Kreislaufversagen
In: Klinik und Therapie der Kollapszu-
stände, hrsg. v. Duesberg, R. und Spitz-
barth, H. Stuttgart S. 47-57, 1963

- 13 BULL, J. P.: Shock
New Scientist 346:22 (1963)

- 14 CONWAY, J.: Hemodynamic Consequences of Induced
Changes in Bloodvolume
Circulat. Res. 18:190 (1966)

- 15 COPE, O. und LITWIN, S.B.: Contribution of the Lymphatic System to the Replenishment of the Plasma Volume Following a Hemorrhage
Ann. Surg. 156:655 (1962)
- 16 DAVIES, J.W.L.: Methods of Assessment of Blood Loss in the Shocked and Injured Patient
Brit. J. Anaesth. 38:250 (1966)
- 17 DITTRICH, H.: Hämoglobingehalt und Hämatokritwert
Med. Klinik 58:251 (1963)
- 18 DUESBERG, R. und SCHRÖDER, W.: Pathphysiologie und Klinik der Kollapszustände
Leipzig (1944)
- 19 DUESBERG, R. und SPITZBARTH, H.: Klinik und Therapie der Kollapszustände
Stuttgart (1963)
- 20 EBERT, R.E.: Response of Normal Subjects to Acute Bloodloss
Arch. of Intern. Medicine 68:578 (1941)
- 21 EUFINGER, H.: Schock und Kollaps
Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Chirurgie 79. Tagung, München 1962
- 22 FEURSTEIN, V.: Die Venendruckmessung und ihre Bedeutung für die Retransfusion akuter Blutverluste
Bibl. haemat. 66:134 (1963)
- 23 FLEISCHHACKER, H.: Die akute Blutungsanämie
In: Handbuch der gesamten Hämatologie
hrsg. v. Heimeyer, L. und Hittmair, A.
Bd. 3, München, Berlin, S. 318-324 (1960)

- 24 FUCHSIG, P.: Hämodynamik und Staseprobleme des Blutverlustes
Bibl. haemat. 27:170 (1967)
- 25 FÜRSTENBERG, H.: Blutveränderungen in den ersten Stunden des traumatischen Schocks
Vortrag auf 78. Tagung der dtscn. Ges. Chirurgie München 1962
- 26 GELIN, L.E.: Hämotorheologische Veränderungen bei Trauma
Bibl. haemat 16:67 (1963)
- 27 GROSS, R.: Beurteilung und Behandlungen von Blutungen
Der Internist 2:1 (1961)
- 28 GRUBER, U.F.: Blutersatz
Berlin, Heidelberg, New York 1968
- 29 HALMÁGYI, M.: Methoden der Blutvolumenbestimmung
Vortrag auf dem Anaesthesiekolloquium Mainz März 1965
- 30 HOFF, F.: Klinische Physiologie und Pathologie
6. Aufl. Stuttgart 1962
- 31 KOLLER, S.: Statistische Auswertungsmethoden
In: Biochemisches Taschenbuch
hrsg. v. Rauen, H.M.
Berlin, Heidelberg, New York
S. 959 - 1044 1955
- 32 LEXER, ., REHN, .: Lehrbuch der allgemeinen Chirurgie
22. Aufl., Bd. 1 Stuttgart 1951
- 33 MATTHIAS, M.A. und PENFOLD, M.J.: Measuring Bloodloss
Lancet 2:1218 (1962)

- 34 MOORE, F.D., DAGHER, F.J. et alt.: Hemorrhage in Normal Men: Distribution and Dispersal of Saline Infusion Following Acute Blood Loss
Ann. Surg. 163: 485 (1966)
- 35 MÜLLER, D.: Untersuchungen über Generationszeiten in der Erythropoese
Blut 14 S. 358 (1967)
- 36 REHN, J.: Schock in der Chirurgie
Bibl. Haemat. 16:42 (1963)
- 37 REIN, H., SCHNEIDER, M.: Physiologie des Menschen
15. Aufl., Berlin, Heidelberg, New York 1964
- 38 ROB, Ch. und SITH, R.: Accident Surgery
Clin. Surg. 3:26 (1964)
- 39 SCHOLBACH, M.: Die einfache Methode zur Blutverlustbestimmung bei Operationen
Zbl. Chir. 19:732 (1965)
- 40 SCHNEIDER, K.w.: Volumenmangel als Elementargefährdung und als therapeutisches Problem in der Praxis Therapie-woche 15:1047 (1965)
- 41 SCHNEIDER, K.w.: Pathophysiologie der Verschiedenen Schockformen
Bibl. haemat. 16:10 (1963)
- 42 SJÖSTRAND, T.: Blutverteilung und Regulation des Blutvolumens
Klin. Wschr. 34:562 (1956)

- 43 WILLIAMS, J.A.: Blood Losses and Plasma Volume Shifts during and Following Major Surgical Operations
Ann. Surg. 156:648 (1962)
- 44 WILLIAMS, J.A. und FINE, J.: Measurement of Blood Volume with a New Apparatus
New Engl. J. Med. 264:842 (1961)
- 45 WOLLHEIM, E. und SCHNEIDER, K.W.: Einführung aus historischer und international medizinischer Sicht zum Thema Hämodynamik und Stase, Probleme des Blutverlustes
Bibl. naemat. S. (1967)

Für die freundliche Überlassung des Themas
und die mir bei der Abfassung der Arbeit er-
teilten Ratschläge danke ich Herrn Privat-
dozenten Dr. Halmágyi.

Für die statistische Beratung danke ich
Herrn Professor Dr. Überla.

L E B E N S L A U F

Am 14.7.1944 wurde ich als Tochter des Dr. med. Ferdinand Gerkhardt und seiner Frau, Dr. med. Anneliese Gerkhardt, geb. Polland, in Marienbad/Sudetenland geboren.

1945 siedelten wir um nach Worms. 1947 ließ sich mein Vater als praktischer Arzt in Oppenheim nieder. Dort besuchte ich von 1951 bis 1955 die Volksschule, dann das Neusprachliche Gymnasium in Oppenheim, das ich 1964 mit dem Abitur verließ.

Im Sommersemester 1964 begann ich das Medizinstudium an der Johannes Gutenberg Universität in Mainz. Nach dem Physikum im Sommersemester 1966 verbrachte ich die beiden ersten klinischen Semester in Innsbruck und Wien.

Im Wintersemester 1967 kam ich an die Johannes Gutenberg Universität zurück und habe dort im Dezember 1969 das medizinische Staatsexamen bestanden.

Februar 1970 heiratete ich, seit März 1970 bin ich als Medizinalassistentin im St. Vincenz und Elisabeth Hospital, Mainz tätig.

